

A INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NO CRESCIMENTO DE ESPÉCIES /
PROCEDÊNCIAS DE **Eucalyptus** spp NOS ESTADOS DE MINAS GERAIS E
ESPÍRITO SANTO***

(The influence of environmental variables on the growth of species / provenances of
Eucalyptus spp in the states of Minas Gerais and Espírito Santo)

Carlos Alberto Ferreira^{*}
Hilton Thadeu Z. do Couto^{**}

RESUMO

Foram analisados onze experimentos de introdução de espécies e procedências potenciais de **Eucalyptus** instalados em várias localidades dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. O estudo da influência de variáveis ambientais dos locais de introdução no crescimento em altura dessas espécies, aos três anos e meio de idade, permitiu concluir que a altitude do local do experimento foi a variável que mais influenciou o crescimento em altura de **Eucalyptus camaldulensis**, **E. dunnii**, **E. grandis**, **E. pellita** e **E. tereticornis**; o déficit hídrico isoladamente influenciou significativamente apenas o crescimento em altura de **E. urophylla**; a temperatura média e o total anual de precipitações não influenciaram isoladamente o crescimento em altura das oito espécies estudadas, e que é possível prever o comportamento das espécies e procedências em relação ao crescimento em altura, conhecendo-se a altitude, déficit hídrico e total anual médio de precipitações do local de introdução.

ABSTRACT

This paper deals with the relationship between height growth of eight **Eucalyptus** species/provenances and environmental variables in eleven different localities of the States of Minas Gerais and Espírito Santo, Brazil.

The data were statistically analysed and the following conclusions could be drawn: the altitude of the plantation's place was the variable most closely related to height growth of **E. camaldulensis**, **E. dunnii**, **E. grandis**, **E. pellita** and **E. tereticornis**; the annual water deficit affected only the height growth of **E. urophylla**; the mean annual temperature and rainfall did not affect the growth of the trees; it is possible by mathematical methods to predict average height growth of the different species knowing some environmental variables of the location where the forest will be established: altitude, mean annual temperature, mean annual rainfall and annual water deficit.

PALAVRAS-CHAVE: **Eucalyptus camaldulensis**; **E. dunnii**, **E. grandis**, **E. pellita**, **E. urophylla**, **E. tereticornis**, crescimento, variáveis ambientais.

* Eng.^o Flor., M.Sc., Assessor técnico do PNPF/EMBRAPA/IBDF.

** Eng.^o Flor., Ph.D., Professor Livre Docente do Curso de Engenharia Florestal da ESALQ/USP.

*** Trabalho executado com auxílio financeiro da FINEP.

1. INTRODUÇÃO

A seleção de espécies e procedências constitui um método bastante eficaz para o aumento da produtividade florestal. Em virtude da expansão das atividades florestais para novas regiões com variadas condições climáticas e edáficas, há uma preocupação constante pela seleção das espécies que melhor se adaptem às novas condições ecológicas.

Os esforços dispendidos conjuntamente por instituições e empresas privadas possibilitaram a implantação de extensas redes experimentais, como a do IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais), da SIF (Sociedade de Investigações Florestais) e a partir de 1973 por ação do extinto PRODEPEF (Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal), através do IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal), atuando através do CPFRC (Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado).

Este trabalho tem por objetivo analisar o desenvolvimento de espécies potenciais da rede experimental do IBDF/PRODEPEF, face às variáveis ambientais dos locais de introdução nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Objetiva ainda desenvolver metodologia capaz de facilitar previsões de adaptação de espécies e procedências com base em variáveis ambientais dos locais de futura introdução.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No "Zoneamento Ecológico do Estado de Minas Gerais para Reflorestamento", GOLFARI (1975) propõe regiões bioclimáticas, e indica as espécies potenciais. Ainda GOLFARI et al. (1978), na segunda aproximação do zoneamento ecológico para reflorestamento no Brasil, indicam espécies e procedências potenciais com base na experimentação em andamento. GOMES et al. (1977) relacionam, para a região de Viçosa, as melhores espécies e procedências tomando por base seu desenvolvimento volumétrico. FERREIRA et al. (1978) analisam, também, os principais ensaios de introdução de espécies/procedências de Minas Gerais, destacando as de maior potencial. A programação técnica do Centro de Pesquisas da Região do Cerrado (INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL 1976), apresenta os primeiros dados da introdução de espécies e procedências.

Analisando vários trabalhos relativos à introdução de espécies, WRIGHT (1964) considera que, o desenvolvimento e as características de uma espécie em sua área de distribuição natural constituem o melhor guia para conhecer as possibilidades de uso da mesma em seu habitat; a importância potencial de uma espécie como exótica não está relacionada com a importância econômica que possa ter em seu habitat original; não existe vinculação estreita entre a extensão da área de ocorrência natural e suas possibilidades de emprego bem sucedido como exótica, e; o fator isolado militante para o êxito do intercâmbio de espécies entre várias regiões provavelmente seja a temperatura mínima absoluta.

O regime de distribuição e altura de precipitação de chuvas é de primordial importância na atividade vegetativa das plantas, pois esta é em grande parte subordinada à disponibilidade de água e translocação de nutrientes. Geralmente, quando uma espécie possui ampla área de distribuição na região de origem, adapta-se melhor aos diferentes tipos de precipitações; como exemplo, pode ser citado o **E. camaldulensis** (GOMES et al. 1977).

A intensidade de chuvas pode aumentar o crescimento, quando na região de introdução é maior que na região de origem (GOMES 1973). Por outro lado será difícil a espécie estabelecer-se com êxito em situação inversa, salvo se a deficiência hídrica for compensada por neblinas costeiras ou de montanhas, por temperaturas mais amenas ou por solos mais profundos (GOLFARI 1972; GOMES 1973).

Há trabalhos que comprovam a consistência do maior desenvolvimento de determinadas procedências dentro de uma espécie. Assim, WRIGHT (1964) relata ensaios com **Pinus pinaster**, **Pinus ponderosa**, **Picea abies**, **Larix decidua**, **Pseudotsuga menziesii**, nos quais a superioridade de determinadas procedências dessas espécies é verificada em várias condições ecológicas.

Em relação a **Pinus oocarpa**, KAGEYAMA et al. (1978) encontraram alta variação entre procedências, mas determinadas procedências se destacaram na maioria dos locais testados em Minas Gerais, sendo as mesmas que tem demonstrado superioridade no Estado de São Paulo, ou seja: a) Mt. Pine Ridge-Belize; b) Yucul-Nicarágua; c) Camelias-Nicarágua.

Para **Eucalyptus pilularis** e **E. pyrocarpa**, BURGESS (1975) concluiu que as procedências com performance superior provinham de povoamentos naturais de alta qualidade. Afirma o referido autor que para o nordeste de Nova Gales do Sul as sementes deveriam ser coletadas de povoamentos da melhor qualidade possível, sem levar em consideração sua localização geográfica. Com relação a **Eucalyptus camaldulensis**, LACAZE (1977), além de comprovar que o comportamento hierárquico em idade juvenil se mantém posteriormente em idades mais avançadas, apresenta, ainda, correlações significativas entre caracteres como altura aos dois anos e volume aos oito, altura aos três anos e altura aos dez. Por outro lado, salienta o mesmo autor o excelente comportamento das procedências Katherine (6869) e Petford (6853), nas regiões tropicais da Nigéria, Zâmbia e Madagascar. A procedência Lake Albacutya (6845), de comportamento excepcional, apresenta-se sistematicamente superior em volume e forma entre as procedências de maior potencial em estudos desenvolvidos por LACAZE (1977), envolvendo quatorze países e trinta e dois experimentos.

O comportamento das espécies freqüentemente é inesperado quando introduzidas em novos locais. Sua taxa de crescimento, estado fitossanitário e utilidade na área de ocorrência natural não servem como guias para predizer sua performance quando usadas como exóticas. É o caso da **Acacia mangium**, de pouco valor na Austrália, mas demonstrando excelente potencial como exótica em zonas tropicais úmidas (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES 1979).

CREMER et. al. (1978) discutem critérios para seleção de espécies a serem introduzidas. Salientam, entretanto, que o clima nos últimos 10.000 anos sofreu mudanças e, sendo a maioria das sementes de eucalipto de difícil dispersão, muitas espécies não migraram para alguns locais potenciais para seu desenvolvimento. PRYOR (1972) relaciona critérios que podem auxiliar na seleção e introdução de espécies, mas que não substituem os ensaios de campo. GOLFARI (1978) salienta que a indicação de espécies e procedências deve ser revista e corrigida, a medida em que a rede de ensaios estiver melhor representada nas diferentes regiões.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os resultados obtidos dos experimentos conduzidos pelo Centro de Pesquisas Florestais da Região do Cerrado, CPFRC (PNUD/FAO/IBDF/BRA-45). O Relatório de Atividades Técnicas e Programação Técnica do CPFRC relativo ao ano de 1975 e 1976 (INSTITUTO BRASILEIRO DE

DESENVOLVIMENTO FLORESTAL 1975, 1976) apresentam informações sobre o delineamento experimental e detalhes sobre a implantação dos experimentos.

A Tabela 1 apresenta as procedências australianas incluídas na rede de experimentos. As características dos locais de origem dessas sementes são apresentadas na Tabela 2. As duas tabelas baseiam-se em dados do PRODEPEF obtidos nos anos de 1975 e 1976.

TABELA 1 Espécies e procedências testadas em regiões de Minas Gerais e Espírito Santo, identificadas por seu número e código australiano.
(Species and provenances tested in eleven locations in the states of Minas Gerais and Espírito Santo, identified by their Australian number).

Espécie/Local	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
<i>E. grandis</i>	+ 48	+ 48	+ 48	+ 48	+ 48	+ 48	+ 48	+ 48	+ 48	+ 48	+ 48
<i>E. urophylla</i>	10135	10135	10140	10135	10140	10140	10140	10140	10140	10140	10135
<i>E. pilularis</i>	9492	9492	9492	9492	9492	9492	9492	9492	9492	9492	9492
<i>E. dunnii</i>	9370	9370	9370	9370	9370	9370	9370	9370	9370	9370	9370
<i>E. propinqua</i>	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3
<i>E. tereticornis</i>	+ 29	+ 29	+ 29	+ 29	+ 29	+ 29	+ 29	+ 29	+ 29	+ 29	+ 29
<i>E. camaldulensis</i>	10533	10266	10266	10266	10266	10266	10266	10266	10266	10266	10266
<i>E. pellita</i>	10955	10955	10955	10955	10955	10955	10955	10955	10955	10955	10955

I	— Lavras	— Minas Gerais	VII	— Bom Despacho	— Minas Gerais
II	— Aracruz	— Espírito Santo	VIII	— Paroapeba	— Minas Gerais
III	— Pedra Corrida	— Minas Gerais	IX	— Várzea da Palma	— Minas Gerais
IV	— São Mateus	— Espírito Santo	X	— Cataguazes	— Minas Gerais
V	— Uberaba	— Minas Gerais	XI	— João Pinheiro	— Minas Gerais
VI	— Vicosã	— Minas Gerais			

TABELA 2 Dados ambientais da origem das sementes de espécies e procedências estudadas nas várias regiões de Minas Gerais e Espírito Santo.
(Characteristics of the australian locations where the seeds were collected).

Espécie (Species)	Código Australian (Australian code)	Localidade (Location)	Estado (State)	Latitude	Longitude	Altitude (m)
<i>E. grandis</i>	+ 48	Atherton Dist.	QLD	17°02'	145°37'	792
<i>E. urophylla</i>	10135	Maubisse	TP	8°54'	125°36'	1554
	10140	Keorema	TP	8°53'	125°32'	2072
<i>E. pilularis</i>	9492	Gallangowan	QLD	26°30'	152°20'	579
<i>E. dunnii</i>	9370	Mc Person R.G.	NSW	28°23'	152°19'	792
<i>E. propinqua</i>	+ 3	Rochampton S.D.	QLD	23°30'	150°33'	940
<i>E. tereticornis</i>	+ 29	Mackay D.	QLD	21°10'	148°20'	610
<i>E. camaldulensis</i>	10533	Vitoria River	NT	15°06'	131°07'	30
	10266	Patford Mareeba				
<i>E. pellita</i>	10955	Road Nth	QLD	17°17'	145°59'	457
		S. Helenvale	QLD	15°45'	145°15'	36

TP — Timor Português
QLD — Queensland
NSW — New South Wales
NT — Northern Territory

As características ambientais dos locais de implantação dos experimentos (Tabela 3) e as alturas das plantas aos 3,5 anos de idade (Tabela 4) foram analisadas estatisticamente, tendo em vista o comportamento diferenciado das espécies em função destas variáveis.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os dados de crescimento em altura, constantes da Tabela 4, mostram a variação obtida entre espécies potenciais, dentro da mesma localidade, e entre localidades para a mesma espécie. **E. grandis** aparentemente apresenta a maior plasticidade e potencial, sendo seu desenvolvimento maior em oito das onze localidades estudadas. Em outros dois locais ocupa a segunda colocação, apresentando-se em terceiro lugar apenas em João Pinheiro (MG); neste caso, entretanto, a diferença é pequena em relação à espécie imediatamente superior em desenvolvimento.

A grande diferença entre as médias gerais das localidades, apresentadas na Tabela 4, indica que fatores ambientais influenciam significativamente o crescimento das várias espécies. Como exemplo, a altura média em João Pinheiro (MG) foi de 4,4 m, enquanto em Aracruz (ES) alcançou 12,3 m.

Os dados da Tabela 4 permitem verificar que o comportamento relativo das espécies não obedeceu a uma tendência geral. Assim, embora Aracruz (ES) e Pedra Corrida (MG) apresentem as maiores médias gerais para todas as espécies, **E. propinqua** e **E. pilularis** apresentam maior desenvolvimento em outros locais. Isso evidencia interações de natureza distinta entre várias espécies/procedências e o ambiente.

Os coeficientes de determinação obtidos entre o crescimento em altura e os valores das variáveis ambientais são apresentados na Tabela 5. Entre as quatro variáveis ambientais testadas, apenas a altitude e o déficit hídrico do local de introdução apresentaram resultados significativos. Para as espécies **E. camaldulensis**, **E. pellita**, **E. grandis**, **E. tereticornis** e **E. dunnii**, a altitude foi a variável que mais influenciou o crescimento, enquanto que para **E. urophylla** o desenvolvimento em altura está relacionado ao déficit hídrico.

TABELA 3 Altitude e condições climáticas das localidades onde se encontram os experimentos analisados.
(Altitude and climatic conditions of the plantations place).

Localidade	Altitude (m)	Temperatura Média Anual (Mean annual temperature) (°C)	Precipitação Média Anual (Rainfall) (mm)	Déficit Hídrico Anual (l) (Water deficit) (mm)
Lavras, MG	878	19,3	1411	31
Aracruz, ES	40	23,5	1287	57
Pedra Corrida, MG	213	23,6	1132	130
São Mateus, ES	50	23,7	1356	51
Uberaba, MG	820	22,0	1506	60
Víçosa, MG	650	19,1	1394	23
Bom Despacho, MG	742	21,3	1365	68
Paraopeba, MG	734	21,0	1182	75
Várzea da Palma, MG	478	22,9	1160	143
Cataguazes, MG	195	22,8	1235	68
João Pinheiro, MG	783	22,4	1345	114

TABELA 4 Crescimento em altura, expresso em metros, de espécies e procedências de *Eucalyptus* spp em nove localidades do Estado de Minas Gerais e dois do Espírito Santo.
 Medição em 1977 — Idade: três anos e meio. Entre parêntesis aparece a classificação hierárquica das espécies estudadas quanto a altura média na localidade considerada.
 (Height growth of the *Eucalyptus* species and provenances, in several locations in the states of Minas Gerais and Espírito Santo. Year 1977 — Age: 3.5 years. Ranks in parenthesis).

Espécies (Species)	Lavras		Aracruz		Pedra Corrida		São Mateus		Uberaba		Viçosa		Bom Despacho		Paraopeba		Várzea da Palma		Catagu- zes		João Pinheiro		Média Geral
	MG	ES	MG	ES	MG	ES	MG	ES	MG	ES	MG	ES	MG	ES	MG	ES	MG	ES	MG	ES	MG	ES	
<i>E. grandis</i>	10,7(1)	17,5(1)	14,6(2)	13,7(1)	10,3(1)	14,0(1)	10,1(7)	7,0(1)	5,8(1)	11,1(2)	5,0(3)	11,0											11,0
<i>E. urophylla</i>	10,2(2)	11,9(4)	7,7(6)	10,3(5)	9,3(4)	9,9(7)	7,4(6)	5,9(3)	6,4(3)	9,8(6)	3,1(7)	8,3											8,3
<i>E. pilularis</i>	9,1(3)	10,9(6)	11,2(5)	8,0(8)	10,1(2)	11,9(3)	7,8(4)	6,0(2)	6,0(4)	10,3(5)	5,5(2)	8,8											8,8
<i>E. dunali</i>	9,0(4)	12,7(2)	15,0(1)	11,1(3)	9,5(3)	13,3(2)	7,0(8)	4,1(7)	5,8(5)	9,5(7)	3,0(8)	9,1											9,1
<i>E. propinqua</i>	8,2(6)	8,5(7)	11,2(5)	9,3(7)	9,1(5)	10,3(6)	9,1(2)	5,3(4)	5,6(2)	12,5(1)	4,7(4)	8,6											8,6
<i>E. tereticornis</i>	8,5(5)	12,7(2)	14,6(2)	10,4(4)	8,7(6)	11,5(4)	7,7(5)	4,6(6)	4,8(7)	10,8(3)	4,6(5)	9,0											9,0
<i>E. camaldulensis</i>	7,5(7)	12,3(3)	11,6(4)	13,0(2)	7,8(8)	8,8(8)	8,7(3)	7,0(1)	5,5(6)	10,3(5)	5,6(1)	8,9											8,9
<i>E. pellita</i>	6,7(8)	11,8(5)	12,7(3)	9,8(6)	8,0(7)	10,9(5)	7,1(7)	5,0(5)	6,6(2)	10,7(4)	4,0(6)	8,5											8,5
Média Geral	8,7	12,3	12,3	10,7	9,1	11,3	8,1	5,6	6,1	10,6	4,4	9,0											9,0

TABELA 5 Coeficiente de determinação (r^2) entre as variáveis ambientais e o crescimento em altura de **Eucalyptus** spp aos três anos e meio de idade.
(Coefficient of determination (r^2), relating height growth to the climatic variables).

Espécies (Species)	Alt.	TMA	Prec.	DH
E. camaldulensis	0,672 **	0,213	0,004	0,088
E. dunnii	0,337 *	0,000	0,000	0,082
E. grandis	0,418 *	0,030	0,004	0,185
E. pellita	0,542 *	0,005	0,042	0,035
E. pilularis	0,117	0,007	0,039	0,208
E. propinqua	0,226	0,011	0,000	0,084
E. tereticornis	0,394 *	0,049	0,000	0,073
E. urophylla	0,223	0,000	0,086	0,451 *

(*) Significativo a 5% de probabilidade.
(Significant at 5% level).

(**) Significativo a 1% de probabilidade.
(Significant at 1% level).

ALT — Altitude do local de ensaio — Altitude.

TMA — Temperatura média anual — Mean annual temperature ($^{\circ}\text{C}$).

PREC — Total médio de precipitação — Rainfall (mm).

DH — Déficit hídrico calculado segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), para retenção total do perfil do solo de 300 mm — water deficit (mm).

TABELA 6 Estimativas dos modelos das regressões de melhor ajuste expressando o crescimento em altura de cada uma das espécies de *Eucalyptus*, em função de variáveis ambientais.
(Best linear models for height growth of each *Eucalyptus* species, as function of climatic variables).

Espécies (Species)	Modelo (Model)	Coefficiente de determinação (r ² ou R ²) (Coefficient of determination)
<i>E. camaldulensis</i>	HT = 20,6628 - 2,0048 (L ALT)	0,737 **
<i>E. dunnii</i>	HT = 10,2675 - 0,0086 (ALT) + 190,24069 (I DH)	0,621 **
<i>E. grandis</i>	HT = 22,8181 - 2,5300 (L ALT) + 165,1461 (I DH)	0,718 **
<i>E. pellita</i>	HT = 8,2431 - 0,01 (ALT) + 0,0233 (PREC 2) + 93,5750 (I DH)	0,809 **
<i>E. pilularis</i>	HT = 8,2491 - 0,0033 (ALT) + 127,1624 (I DH)	0,475 *
<i>E. propinqua</i>	LHT = 1,7638 - 0,0017 (ALT) + 0,0087 (PREC 2) - 35,6160 (I ALT)	0,705 *
<i>E. tereticornis</i>	LHT = 2,2270 - 0,0009 (ALT) + 19,5149 (I DH)	0,587 **
<i>E. urophylla</i>	HT = 14,1623 - 0,0044 (ALT) - 0,0482 (DH)	0,767 **
(*)	= Significativo ao nível de 5% de probabilidade (Significant at 5% level).	
(**)	= Significativo ao nível de 1% de probabilidade (Significant at 1% level).	
HT	= Altura média das árvores aos três anos e meio de idade (mean height growth (meters) at 3,5 years).	
LHT	= Ln (HT).	
ALT	= Altitude em metros (altitude (meters)).	
L ALT	= Ln (ALT).	
DH	= Déficit hídrico anual em milímetros (annual water deficit (mm)).	
I DH	= 1/DH.	
I ALT	= 1/ALT.	
PREC 2	= Precipitação total anual em decímetros elevada ao quadrado (total annual rainfall squared).	
Ln	= Logaritmo natural.	

Portanto, para as condições deste trabalho, dentro da amplitude de variações ambientais apresentadas na Tabela 3, pode-se concluir que a altitude do local de plantio foi a variável ambiental que mais influenciou o crescimento das espécies **E. camaldulensis**, **E. dunnii**, **E. grandis**, **E. pellita** e **E. tereticornis**. Isto concorda com as conclusões de GREY (1979) que, trabalhando com **Pinus patula** na África do Sul e testando os mais diversos fatores que poderiam estar relacionados com o crescimento em altura, concluiu que a altitude foi o mais importante fator que explicou o crescimento das plantas. Entre os fatores testados estavam incluídas várias características climáticas e edáficas (profundidade de horizontes, fertilidade e coloração, entre outras). As variações do solo entre locais não foram consideradas neste trabalho. Entretanto, é recomendável que sejam conduzidos estudos detalhados com relação a solos e suas interrelações com as espécies. Provavelmente, com a correção deste fator, possam ser conseguidas explicações mais consistentes com relação ao efeito das outras variáveis ambientais.

Considerando-se que a fertilização utilizada na implantação dos experimentos foi menor que a usada nos plantios comerciais, pode-se inferir que os dados de altura média analisados são provavelmente menores que os observados em povoamentos comerciais da mesma idade.

Uma das restrições deste trabalho foi a de não ter sido testadas as mesmas procedências em todos os locais, como é o caso de **E. camaldulensis** e de **E. urophylla**. As procedências de **E. urophylla** 10135 e 10140 diferem com relação a altitude na origem, mas ambas se localizam acima de 1.500 m. Convém salientar que não são representativas, pois segundo MOURA (1980), as melhores procedências são originárias de regiões de baixa e média altitude.

A seleção das regressões que melhor ajuste foi executada pelo método "stepwise". Como pode ser constatado na Tabela 6, as equações obtidas apresentam boa precisão, considerando-se a natureza deste estudo. Permite estimar o comportamento das espécies/procedências estudadas, utilizando apenas as variáveis climáticas, altitude, déficit hídrico e o total anual médio de precipitações. Entende-se, portanto, que dentro dos intervalos de variação dos dados deste trabalho, é possível estabelecer as características ambientais das regiões de maior potencial de crescimento para as espécies/procedências estudadas, bem como, a partir dos dados ambientais, prever o comportamento da espécie/procedência para esse local particular.

As figuras 1 a 10 (Apêndice) apresentam a representação gráfica dos modelos matemáticos apresentados na Tabela 6, para cada espécie/procedência. Para todas as espécies estudadas o aumento da altitude acarretou um menor desenvolvimento em altura. Algumas espécies foram mais sensíveis ao aumento de altitude, como **E. pellita**, **E. propinqua** e **E. dunnii**. Outras foram pouco sensíveis, como **E. tereticornis**, **E. urophylla** e **E. pilularis**. As espécies **E. grandis** e **E. camaldulensis** situaram-se em posição intermediária. O déficit hídrico acima de 90 mm teve pouco efeito na diminuição do crescimento em altura para **E. dunnii**, **E. grandis**, **E. pilularis**, **E. tereticornis** e **E. pellita**. O déficit influenciou profundamente o desenvolvimento de **E. urophylla** (Fig. 6). A precipitação média anual do local de plantio quando analisada conjuntamente com outros fatores influenciou o crescimento do **E. propinqua** e **E. pellita** (Fig. 7, 8, 9 e 10).

5. CONCLUSÕES

A análise do comportamento de oito espécies e procedências de **Eucalyptus** spp em onze localidades dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, em função de variáveis ambientais, permitiu as seguintes conclusões:

- a altitude do local do ensaio foi a variável com maior contribuição para a explicação do crescimento em altura de **E. camaldulensis**, **E. dunnii**, **E. grandis**, **E. pellita** e **E. tereticornis**;
- déficit hídrico influenciou significativamente apenas o crescimento de *E. urophylla*;
- a temperatura média anual e total média anual de precipitações isoladamente não influenciaram o crescimento das espécies/procedências estudadas; e
- é possível estabelecer as características ambientais das regiões de maior potencial de crescimento para as espécies/procedências estudadas.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos pesquisadores florestais da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) lotados no CPAC (Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados a cessão dos dados necessários à realização deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS

- BUGESS, I.P. A provenance trial with blackbutt: 9 year results. **Aust. For. Res.**, 7:1-9, 1975.
- CREMER, K.W.; CROMER, R.N. & FLORENCE, R.G. Stand establishment. In: HILLIS, W.E. & BROWN, A.G. **Eucalyptus for wood production**. Canberra, CSIRO, 1978.
- FERREIRA, M.; BALLONI, E.A.; PINTO JUNIOR, J.E. & JACOB, W.S. Adaptabilidade de espécies, fontes de sementes e possibilidades de melhoramento de **Eucalyptus** em Minas Gerais. **Boletim Informativo. IPEF**, 6(16):E1-E42, 1978.
- GOLFARI, L. **Introdução das espécies exóticas e o processo de adaptação**; II Curso de Zoneamento Florestal. Belo Horizonte, 1972. 12p. Mimeografado.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. 65p. (PNUD/FAO/IBDF/BRA/71/545. Série Técnica, 3).
- GOLFARI, L.; CASER, R.L. & MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil (2a. aproximação)**. Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978, 66p. (PNUD/FAO/IBDF/BRA-45. Série Técnica, 11).
- GOLFARI, L. **Zoning for reforestation in Brazil and trials with tropical Eucalyptus and Pines in Central - Region**. PNUD/FAO. Project BRA/76/027. Technical Report. 1978. 25p.
- GOMES, J.M. **Espécies florestais exóticas e sua adaptação em Sete Lagoas**. Sete Lagoas, IPEACO, 1973. 13P. PNUD/FAO/IBDF/BRA-45). (mimeografado).

- GOMES, J.M.; BRANDI, R.M.; CÂNDIDO, J.F. & OLIVEIRA, L.M. de. Competição de espécies e procedências de eucalipto na região de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, 1(2):72-88, 1977.
- GREY, D.C. Site quality prediction for **Pinus patula** in the Glengarry area, Transkei. **South African Forestry Journal**. (111):44-8, 1979.
- KAGEYAMA, P.Y.; BALLONI, E.A.; PINTO JUNIOR, & JACOB, W.S. Adaptabilidade de espécies, fontes de sementes e perspectivas do melhoramento de **Pinus** em Minas Gerais. **Boletim Informativo. IPEF**, 6(16):1h-15h, 1978.
- LACAZE, J.F. Etude de l'adaptation ecologique des Eucalyptus: etude de provenances d'**Eucalyptus camaldulensis**. Project FAO n.º 63e. Canberra, Consultation Mondiale sur L'Amelioration des Arbres Forestiers. 1977.
- MOURA, V.G.P. Resultados de pesquisa com várias procedências de **Eucalyptus urophylla** S.T.Blake, no Centro-Leste do Brasil. Resumo. **Relatório Técnico Anual do Programa Nacional de Pesquisa Florestal**, 1980. Brasília, EMBRAPA/IBDF, 1981. p.106-7.
- MOURA, V.P.G.; CASER, R.L.; ALBINO, J.C.; GUIMARÃES, D.P. MELO, J.T. & COMASTRI, S.A. **Avaliação de espécies e procedências de Eucalyptus em Minas Gerais e Espírito Santo (Resultados parciais)**. Brasília, EMBRAPA/CPAC, 1980. 104p. (EMBRAPA/CPAC. Boletim de Pesquisa, 1).
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Tropical legumes: resources for the future**. Washington, D.C., 1979. 331p.
- PRODEPEF. **Relatório de atividades técnicas do Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado**; ano 1974. Brasília, 1975. 198p. PNUD/FAO/IBDF/BRA-45.
- PRODEPEF. **Centro de Pesquisas Florestais da Região de Cerrado - Programação Técnica**. Brasília, 1976. 155p. (PNUD/FAO/IBDF/BRA-45. Série Divulgação, 10).
- PRYOR, L.D. The selection of eucalyptus for regeneration. **Appita**, 26:35-8, 1972.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The water balance. **Publications in Climatology**, 7(1). Centerton, NJ, 1955.
- WRIGHT, J.W. **Mejoramiento genetico de los arboles**. Roma, FAO, 1964. 436p.

APÊNDICE

FIGURAS 1 a 10:
Representação Gráfica dos Modelos Matemáticos
definidos na Tabela 6

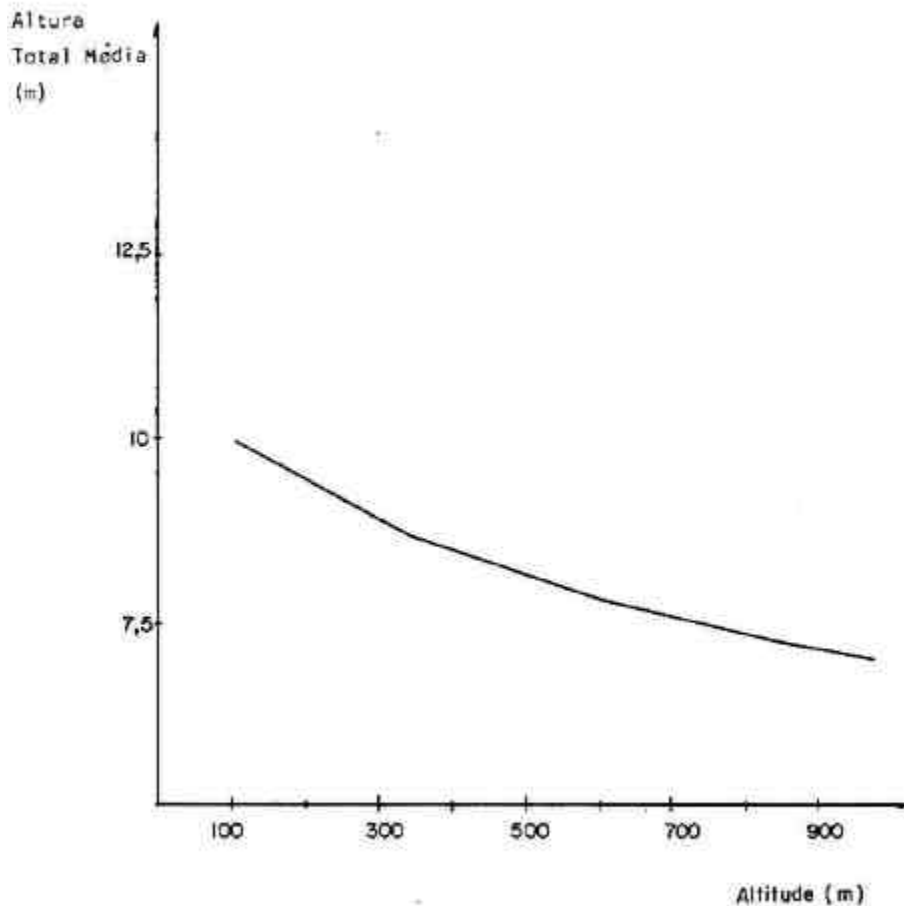


FIG. 1 Comportamento (altura total média) de **Eucalyptus camaldulensis** em função da altitude do local de plantio.
(Average total height of **Eucalyptus camaldulensis** as a function of the altitude of the study areas).

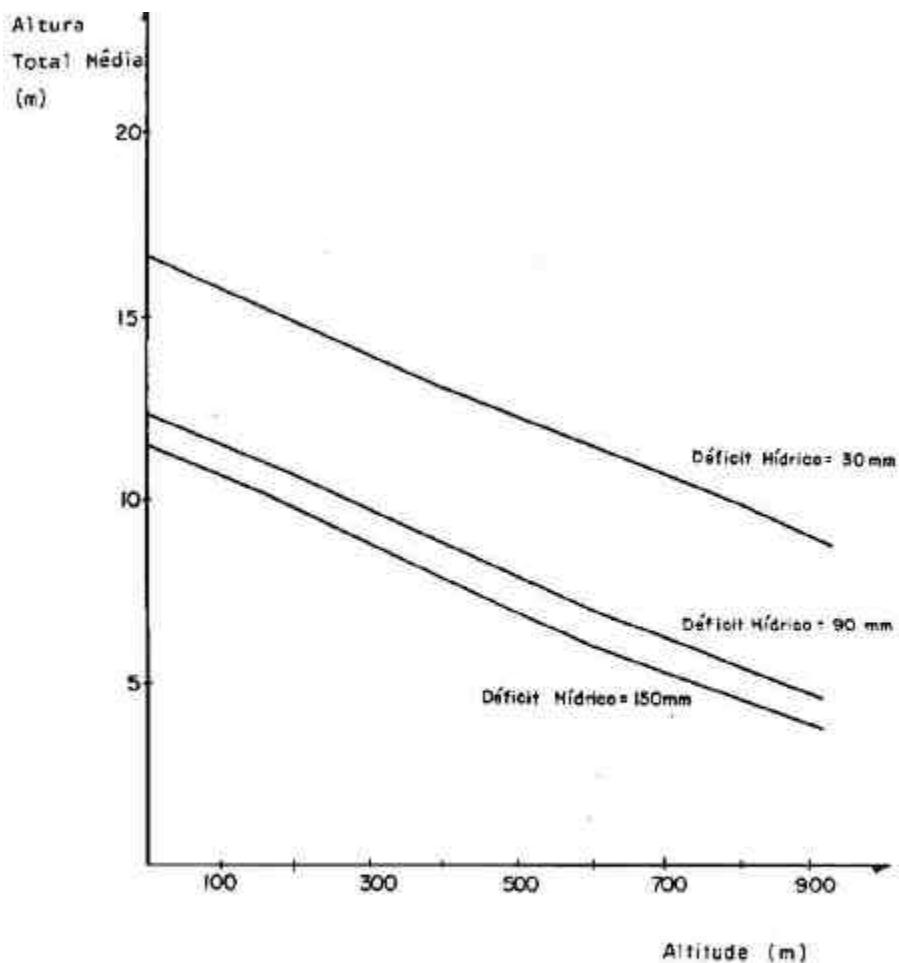


FIG. 2 Comportamento (altura total média) de *Eucalyptus dunnii* em função da altitude e déficit hídrico do local de plantio. (Average total height of *Eucalyptus dunnii* as a function of the altitude and water deficit of the study areas).

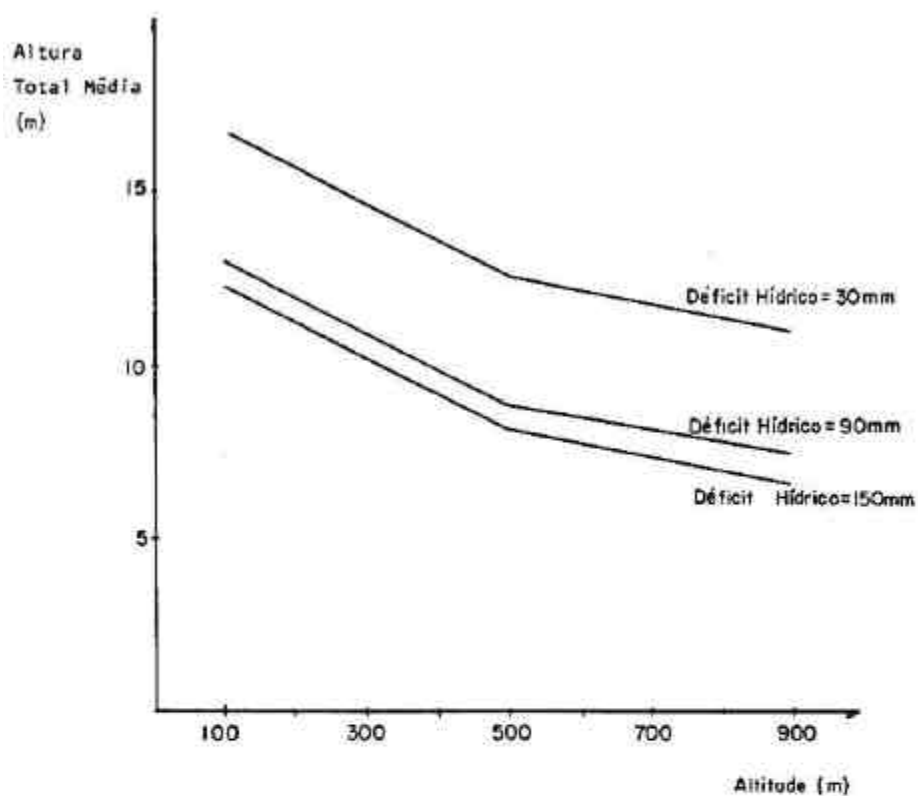


FIG. 3 Comportamento (altura total média) de *Eucalyptus grandis* em função da altitude e déficit hídrico do local de plantio. (Average total height of *Eucalyptus grandis* as a function of the altitude and water deficit of the study areas).

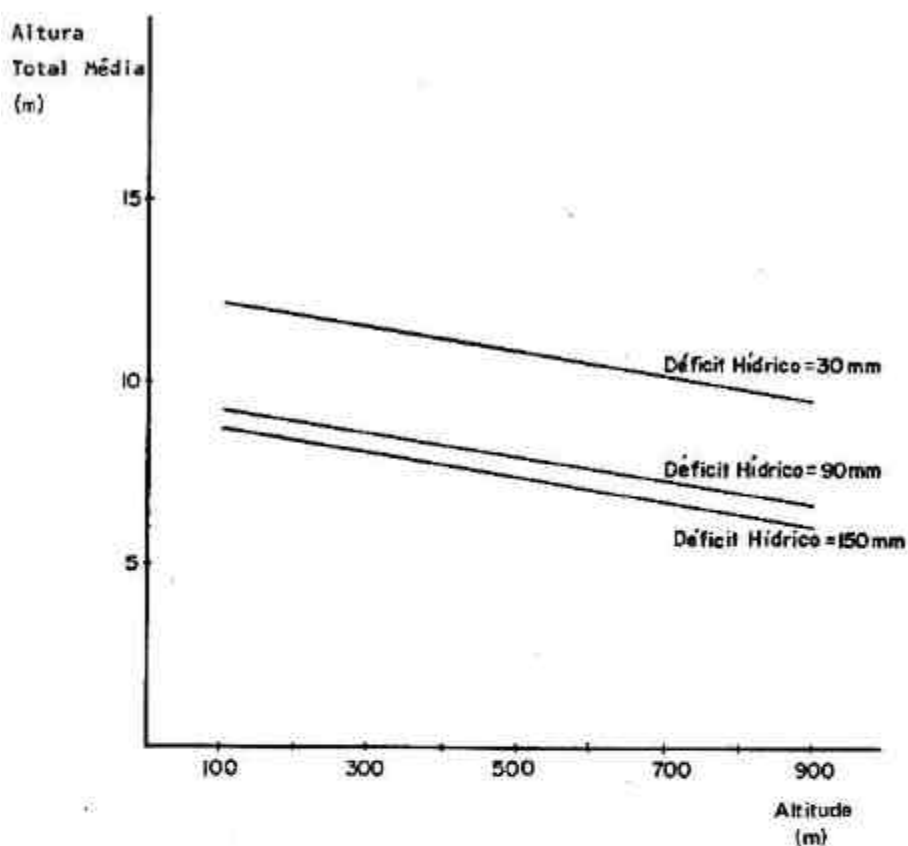


FIG. 4 Comportamento (altura total média) de *Eucalyptus pilularis* em função da altitude e déficit hídrico do local de plantio. (Average total height of *Eucalyptus pilularis* as a function of the altitude and water deficit of the study areas).

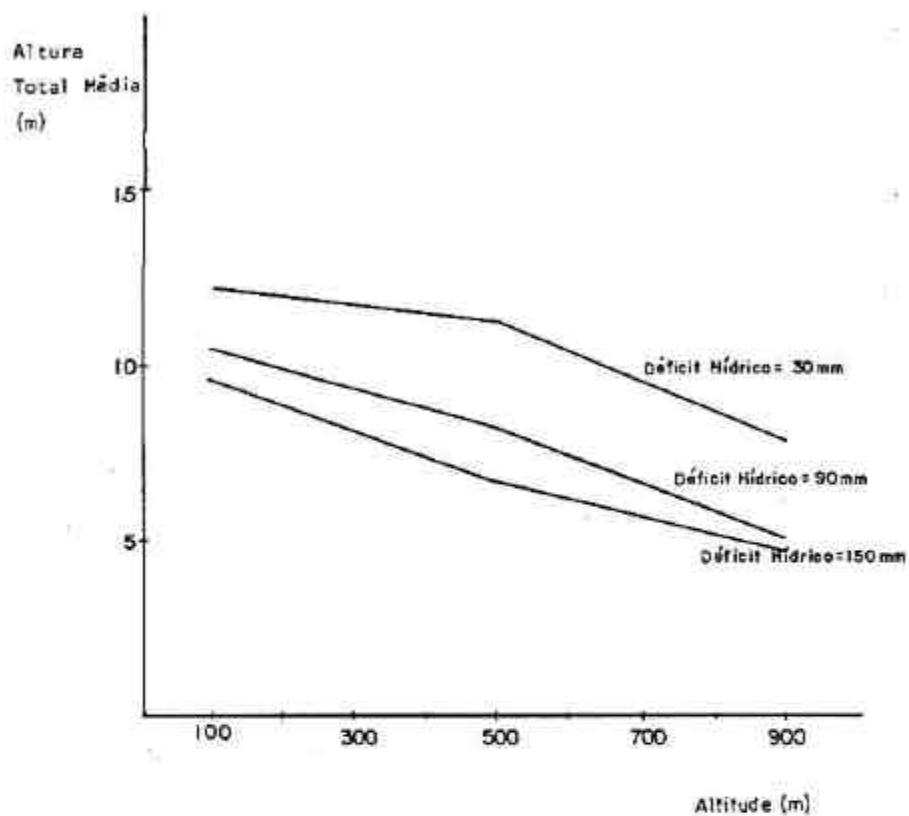


FIG. 5 Comportamento (altura total média) de *Eucalyptus tereticornis* em função da altitude e déficit hídrico do local de plantio.
(Average total height of *Eucalyptus tereticornis* as a function of the altitude and water deficit of the study areas).

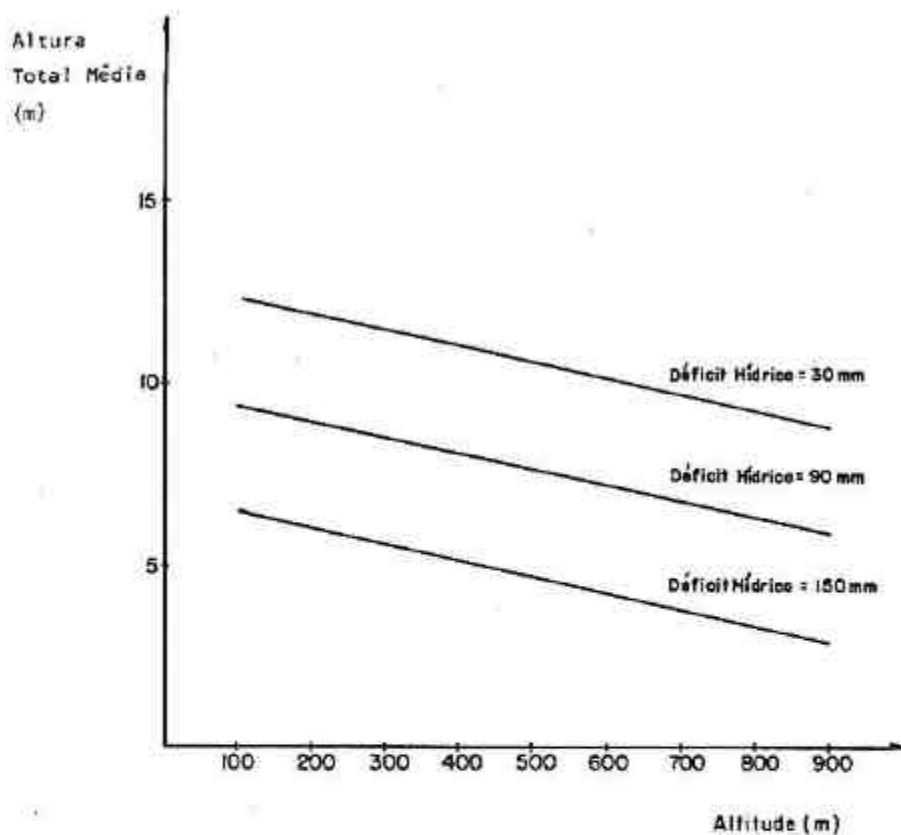


FIG. 6 Comportamento (altura total média) de **Eucalyptus urophylla** em função da altitude e déficit hídrico do local de plantio.
(Average total height of **Eucalyptus urophylla** as a function of the altitude and water deficit of the study areas).

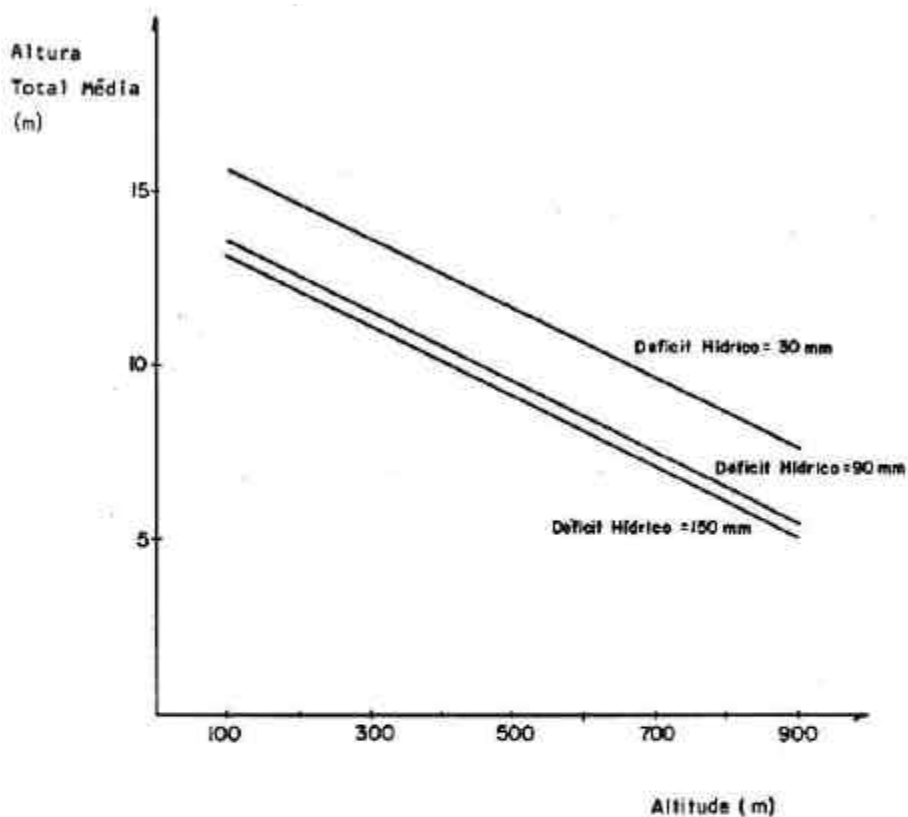


FIG. 7 Comportamento (altura total média) de *Eucalyptus pellita* em função da altitude e déficit hídrico do local de plantio. Precipitação = 1.000 mm anuais.
(Average total height of *Eucalyptus pellita* as a function of the altitude and water deficit of the study areas. Annual rainfall = 1,000 mm).

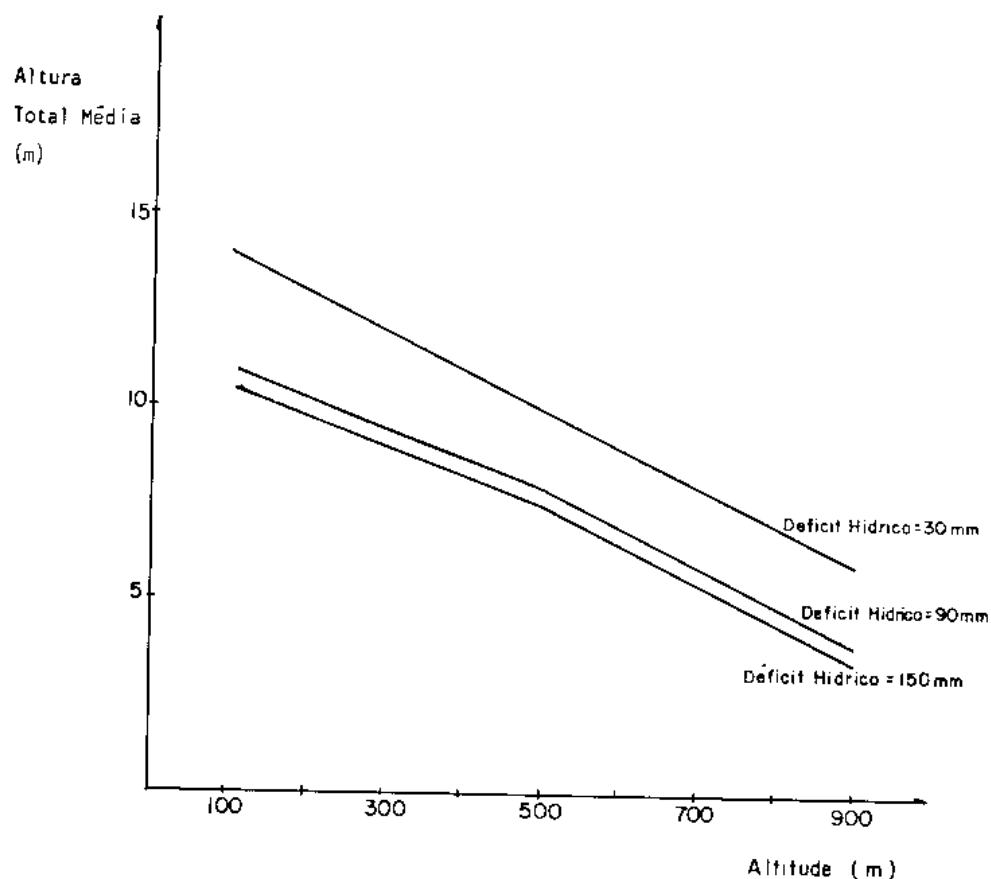


FIG. 8 Comportamento (altura total média) de **Eucalyptus pellita** em função da altitude e déficit hídrico do local de plantio. Precipitação = 1.250 mm anuais.
 (Average total height of **Eucalyptus pellita** as a function of the altitude and water deficit of the study areas. Annual rainfall = 1,250 mm).

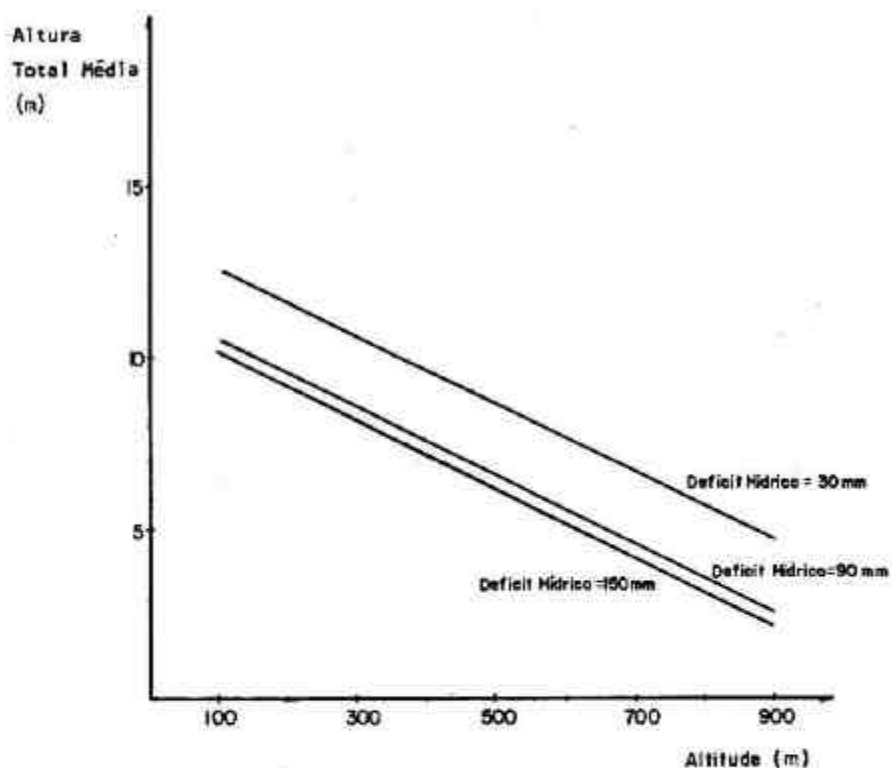


FIG. 9 Comportamento (altura total média) de *Eucalyptus pellita* em função da altitude e déficit hídrico do local de plantio. Precipitação = 1.500 mm anuais.
(Average total height of *Eucalyptus pellita* as a function of the altitude and water deficit of the study areas. Annual rainfall = 1,500 mm).

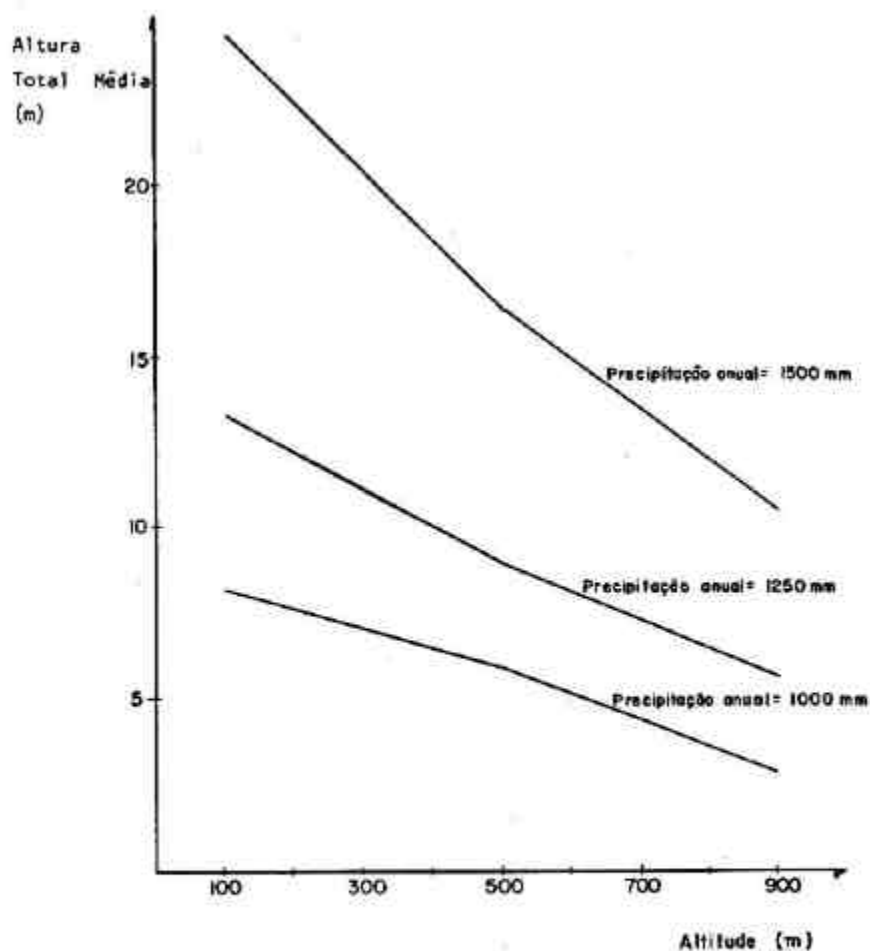


FIG. 10 Comportamento (altura total média) de *Eucalyptus propinqua* em função da altitude e déficit hídrico do local de plantio.
(Average total height of *Eucalyptus propinqua* as a function of the altitude and annual rainfall of the study areas).